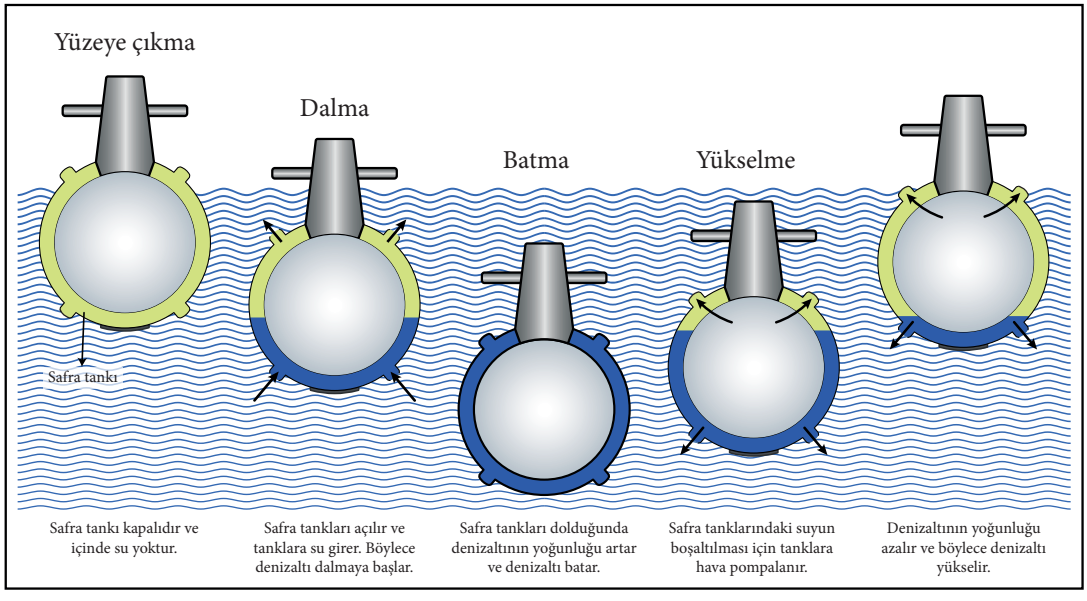
3.4. KALDIRMA KUVVETİ

Konuya Başlarken

Deniz canlısı nautilus

Doğadaki sistem, model veya canlılar örnek alınarak tasarımlar yapılmasına ve teknolojiler geliştirilmesine **biyomimikri** denir. Su altı araçlarının yapımında nautilus (nautilus), yayın balığı, yunus gibi deniz canlılarının sudaki hareketlerinden ilham alınmıştır. Nautilus, kafadan bacaklı kabuklu bir deniz canlısıdır. Kıvrımlı kabuklarının içinde odacıklar bulunur. Nautilus, dalış yaptığında odacıklar suyla dolar ve yüzeye çıkarken odacıklara pompalanan özel bir gazla su boşaltılır. Aşağıdaki görselde verilen denizaltı da aynı ilke ile çalışır. Denizaltılarda bulunan safra tankları bir miktar hava ve su ile doludur. Denizaltıyı daldırmak için safra tankları su ile doldurulur ve bu durum denizaltının yoğunluğunu artırır, denizaltı batmaya başlar. Tanklardaki suyun boşaltılıp yerine hava pompalanmasıyla denizaltının yoğunluğu azalır ve denizaltı böylece yüzeye çıkar.


Yüzeye çıkma
Dalma
Batma
Yükselme
Safra tankı
Safra tankı kapalıdır ve içinde su yoktur.
Safra tankları açılır ve tanklara su girer. Böylece denizaltı dalmaya başlar.
Safra tankları dolduğunda denizaltının yoğunluğu artar ve denizaltı batar.
Safra tanklarındaki suyun boşaltılması için tanklara hava pompalanır.
Denizaltının yoğunluğu azalır ve böylece denizaltı yükselir.

Su altı araçları tasarlanırken Nautilus'un hidrodinamik özelliklerinden ilham alınmıştır. Hidrodinamik özellikler, su altı araçlarının daha az dirençle hareket etmesini sağlar ve enerji verimliliğini artırır.

Deniz canlılarından ilham alınarak tasarlanmış başka hangi teknolojiler veya ürünler bulunmaktadır? Bu teknolojiler günlük hayatı nasıl etkilemiştir?

Kuşların kemiklerinin içinin boş olması, ağırlıklarının azalmasını ve bazı canlılardan daha az yoğunluğa sahip olmalarını sağlar. Böylece kuşlar kolayca yükselir. Kemik yapıları, kanatları altında hava basıncı da oluşturarak kuşların havalanmasına yardımcı olur.

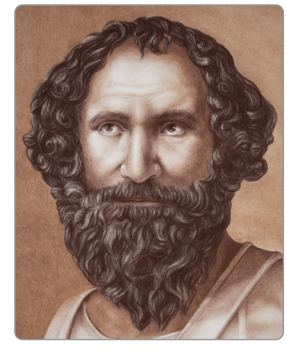
Uçma yeteneğine sahip canlılardan ilham alınarak tasarlanmış hangi teknolojiler veya ürünler bulunmaktadır? Bu teknolojilerin günlük hayata etkileri neler olabilir?

5. Etkinlik Kaldırma Kuvvetini Etkileyen Değişkenler

Amaç	Deney yoluyla kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenleri analiz edebilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Tasarladığınız deneye göre belirleyiniz.
Yönerge	Aşağıda verilen basamakları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Aşağıdaki soruları metni dikkate alarak cevaplayınız.

Arşimet ve Kral Hiero'nun Altın Tacı



Arşimet (Temsilî)

Arşimet ve Sirakuza Kralı Hiero (Hiyero) yakın arkadaşlarmış. Ayrıca Arşimet, Kral Hiero'ya danışmanlık yapıyormuş. Günlerden bir gün Kral Hiero, kuyumcuya bir külçe altın vermiş ve kuyumcudan bu altının tamamını kullanarak bir taç yapmasını istemiş. Bir müddet sonra kuyumcu Kral'a muhteşem bir taç vermiş fakat Kral, kuyumcunun taca altından başka bir madde daha kattığından şüphelenmiş. Bu durumu çözüme kavuşturması için Arşimet'i görevlendirmiş. Arşimet'in görevi; kuyumcu bir hile yaptı ise bu tacı eritmeden, kırmadan, taca zarar vermeden bu hileyi tespit etmekmiş. Arşimet, bu görev üzerine çok uzun zaman düşünmüş. Bir gün hamamda banyo yaparken küvetten taşan su ile kendi ağırlığı arasında ilişki olduğunu fark etmiş. O anda bir aydınlanma yaşayan Arşimet, "Buldum, buldum." anlamına gelen Yunanca "Eureka, eureka!" (Evreka, evreka) diye bağırmaya başlamış ve hamamdan çıkıp Sirakuza sokaklarında koşturmuş. Arşimet, elementlerin yoğunluğunu tespit ederek Kral'ın tacı ile ilgili sorunu çözebileceğini anlamış. Önce bir külçe altını suya daldırıp taşan suyun ağırlığını ölçmüş. Daha sonra Kral'ın tacını suya daldırıp taşan suyun ağırlığını tespit etmiş. Taşan suların ağırlığının aynı olmadığını görünce kuyumcunun Kral'ı aldattığını anlamış.

2. Öğretmeninizin rehberliğinde gruplar oluşturunuz. Grup arkadaşlarınızla günlük hayatta *Arşimet ve Kral Hiero'nun Altın Tacı* öyküsünde geçen durumla benzerlik gösteren bir problem belirleyip aşağıdaki alana yazınız.

3. Problem durumunun çözümüne ilişkin takım çalışması yaparak ve yardımlaşarak bir hipotez kurunuz.

4. Belirlediğiniz problemi kaldırma kuvveti ile kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenler arasındaki ilişkiden yararlanarak çözmek için öykudekine benzer bir deney düzeneği tasarlayınız.

Deney Düzeneği	

5. Deneyin amacı, uygulama basamakları; deney düzeneğinin tasarımı, deneyde kullanacağınız araç gereç ve deneyde nasıl veri toplayacağınız ile ilgili grupta arkadaşlarınızla görüş alışverişinde bulunarak ortak kararlar alınız.

6. Aldığınız kararlar doğrultusunda deneyin amacını, uygulama basamaklarını; deney düzeneğinin tasarımını, deneyde kullanacağınız araç gereci ve veri toplama yöntemlerini aşağıdaki alana yazınız.

7. Tasarladığınız deneyi, bilgi dağarcığınızı genişletmek ve öğrenme becerilerinizi artırmak amacıyla gruplar hâlinde yardımlaşarak sınıf ortamında yapınız.

8. Kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenleri belirlemeye yönelik ölçümler yapınız.

9. Deneyden elde ettiğiniz verileri tabloya yazarak sonuçları yorumlayınız.

Veriler	Yorumlar

10. Deneyden elde ettiğiniz verileri kullanarak kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenleri analiz ediniz.

Değerlendirme

1. **Yaptığınız deneyde ne gibi zorluklarla karşılaştınız?**

2. **Deney sonuçlarınızı günlük hayatta gözlemleyebileceğiniz bir örnekle ilişkilendiriniz.**

3. **Deneyden elde ettiğiniz sonuçlar ile hipotezinizi karşılaştırdığınızda hipotezinizin doğruluğu konusunda neler söyleyebilirsiniz?**

4. **Yaptığınız deneyin sonuçları, kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenler hakkındaki bilginize nasıl katkıda bulundu?**

5. **Deneyi yeniden tasarlasaydınız neleri değiştirirdiniz?**

Performans Görevi 40 dk.

Beklenen Performans: 5. Etkinlik'te Elde Edilen Verileri Raporlaştırıp Sunma

Değerlendirme: Dereceli Puanlama Anahtarı

5. Etkinlik'te yer alan *Arşimet ve Kral Hiero'nun Altın Tacı* adlı metinden ve tasarladığınız deney düzeneğinden elde ettiğiniz verileri sınıf ortamında bir araştırma raporu biçiminde hazırlayınız. Raporunuzu arkadaşlarınıza sununuz.

Çalışma Sürecinde Dikkat Edilecek Hususlar

Arşimet İlkesi'ne Giriş: Arşimet İlkesi'nin, kaldırma kuvvetini ve kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenleri anlamadaki önemini kısaca açıklayınız.

Deneyin Amacı: Deneyin amacını ve deneyde Arşimet İlkesi ile ilgili neleri araştırdığınızı belirtiniz.

Araç Gereç: Deneyi gerçekleştirirken kullandığınız araç gereci listeleyiniz.

Deneyin Kurulumu: Malzemelerin düzeni, bağlantıları ve deney şemaları da dâhil olmak üzere deneyi nasıl kurduğunuzu açıklayınız.

Yöntem: Deneyi nasıl yaptığınıza ilişkin yöntemleri özetleyiniz. Cismin sıvı içinde batan kısmına ait hacmin kaldırma kuvvetini nasıl değiştirdiği, deneyde kullanılan sıvının yoğunluğunun cismin sıvı içinde batan kısmına ait hacim ile ilişkisi, deneyin yapıldığı ortamın yer çekimi ivmesi değerinin deney sonuçlarını nasıl etkilediği, ölçümler sonucunda elde edilen verilerin nasıl kaydedildiği gibi ayrıntılara özetinizde yer veriniz.

Veri Toplama: Deney sırasında nasıl veri topladığınızı açıklayınız. Raporda yaptığınız ölçümleri ve ilgili hesaplamaları belirtiniz.

Veri Analizi: Arşimet İlkesi'ne dayanarak kaldırma kuvveti ve kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenleri doğrulamak için toplanan verileri nasıl analiz ettiğinizi açıklayınız.

Sonuç: Deney sonucunda ulaştığınız verileri özetleyiniz.

Elde ettiğiniz veriler doğrultusunda kaldırma kuvveti ve kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenler ile ilgili aşağıdaki soruyu grup arkadaşlarınızla tartışarak cevaplayınız.

Deneyden elde ettiğiniz veriler, Arşimet İlkesi'nin öngörülerini ne şekilde destekliyor veya onunla hangi bakımlardan çelişiyor?

Sunumunuz, "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir. "Dereceli Puanlama Anahtarı"na karekodu okutarak ulaşabilirsiniz.

Akışkanların içindeki cisimlere akışkan tarafından yukarı doğru bir kuvvet uygulanır. Bu kuvvet, cismin ağırlığı ile zıt yönlü olduğu için cismi yukarı doğru itmeye çalışır. Akışkan içindeki cisimleri yukarı doğru iten bu kuvvete **kaldırma kuvveti** denir.

Durgun akışkanlar tarafından cisimlere uygulanan itme kuvvetini ilk ispatlayan bilim insanının Arşimet olduğu kabul edilmektedir. Bu keşif, Arşimet İlkesi olarak bilinmektedir. Kaldırma kuvvetinin matematiksel modeli, basınç kavramının detaylı şekilde incelenip açıklanmasının ardından geliştirilmiştir.

Kaldırma kuvveti, akışkanların içindeki cisimlere etki eden bir kuvvettir. Bu kuvvet; özellikle mühendislik, fizik ve uygulamalı bilimler alanında büyük önem

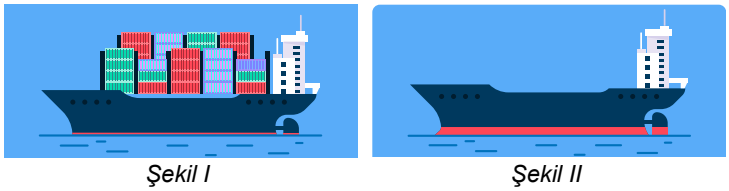
taşır. Kaldırma kuvveti sayesinde teknelerin denizde yüzmesi *(Görsel 3.19)*, uçak ve sıcak hava balonlarının havada süzülmesi, denizaltıların su altında hareket etmesi mümkün olmaktadır. Sıvıların sağladığı kaldırma kuvvetinden faydalanan pek çok araç bulunmaktadır.

Cismin Batan Hacmi
Cismin sıvıya batan (sıvı ile temas eden) hacmi ne kadar büyük olursa yeri değişen akışkanın miktarı da o kadar fazla olur. Bu durum, akışkanın kaldırma kuvvetinin büyüklüğünü artırır.
Akışkanın Yoğunluğu
Yüzen bir cismin içinde bulunduğu akışkanın yoğunluğu arttıkça cismin batan hacmi azalır. Bununla birlikte kaldırma kuvveti cismin ağırlığına eşit kalır.
Cismin Ağırlığı
G = m • g
Kaldırma Kuvveti: Bir cismin bir akışkan içindeki kısmına akışkan tarafından etki eden kuvvete kaldırma kuvveti denir. Bu kuvvet, genellikle Arşimet İlkesi ile açıklanır.

Görsel 3.19: *Denizde yüzmekte olan bir tekneye etkiyen kaldırma kuvveti ile ilgili değişkenler*

Örnek

Özdeş iki gemiden Şekil I'de verilen tam yüklenmiş iken Şekil II'deki boştur.



Şekil I *Şekil II*

Buna göre

a) Gemilerin su üzerindeki duruşları arasında ne gibi farklar olduğunu gerekçeleri ile açıklayınız. Yüklü ve yüksüz durumdaki gemilere etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğünde ne gibi değişiklikler gözlenebilir?

b) Bu iki gemiye etki eden kaldırma kuvvetleri arasında fark var mıdır? Açıklayınız.

Çözüm

a) Özdeş iki gemiden biri tam yüklenmiş, diğeri boş durumdayken gemilerin su üzerindeki duruşlarında farklılıklar görülür. Tam yüklenmiş geminin batan hacmi, boş olan geminin batan hacminden daha büyük olur. Yüklü gemiye etki eden kaldırma kuvveti, yüksüz gemiye etki edenden daha büyüktür.

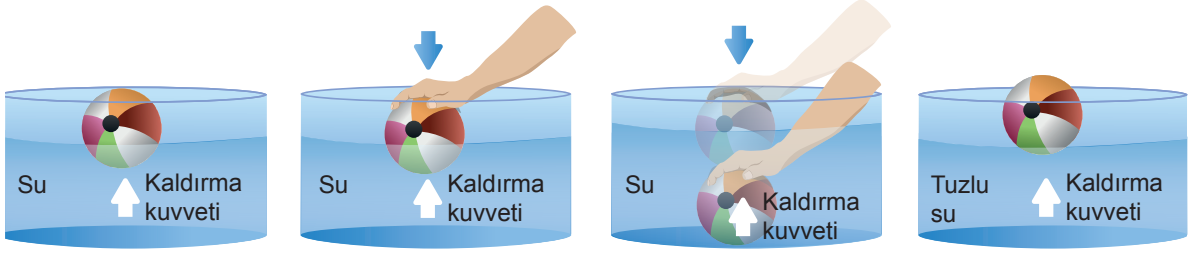
b) Cismin sıvıya batan hacmi ne kadar büyük olursa cismin ağırlığından dolayı yer değiştirecek akışkanın miktarı o kadar fazla olur. Dolayısıyla sıvının kaldırma kuvveti artar. Bu sebeple yüklü gemiye yüksüz gemiden daha büyük bir kaldırma kuvveti etki eder.

9. Alıştırma

Bir plastik top, su dolu kap içinde Şekil I'deki gibi dengededir. Plastik topa Şekil II'deki gibi bir kısmı suya batacak şekilde kuvvet uygulanmıştır. Daha sonra top serbest bırakılmış, topun havaya doğru bir miktar yükselip suya düştüğü ve Şekil I'deki gibi yüzmeye devam ettiği görülmüştür.

Plastik topa Şekil III'teki gibi tamamı suya batacak şekilde kuvvet uygulanmıştır. Daha sonra top serbest bırakılmış ve topun havaya doğru bir öncekine göre daha fazla yükselip suya düştüğü ve Şekil I'deki gibi yüzmeye devam ettiği görülmüştür.

Şekil IV'te verilen su dolu kap içine bir miktar tuz atılıp karıştırılmış ve topun sıvı içinde batan hacminin Şekil I'de yüzdüğü duruma göre azaldığı ve topun su yüzeyine daha yakın bir noktada yüzdüğü gözlemlenmiştir.



Şekil I *Şekil II* *Şekil III* *Şekil IV*

Buna göre

a) Topun havada yükselme miktarlarının farklı olmasının sebebi nedir? Açıklayınız.

b) Yukarıdaki deney Ekvator ve kutup bölgelerinde ayrı ayrı yapılsaydı kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenler açısından ne gibi değişiklikler gözlenebilirdi? Açıklayınız.

c) Şekil IV'teki topun Şekil I'deki duruma göre tuzlu su içindeki hacmi daha az olacak şekilde yüzmesinin sebebini kaldırma kuvvetinin bağlı olduğu değişkenler bakımından açıklayınız.

Bilgi Notu

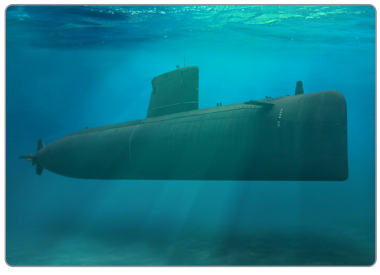
Yoğunluk, hacim, kaldırma kuvveti gibi kavramlar mühendislikte ve bilimsel araştırmalarda uygulamalı problemleri çözmek için kullanılır. Örneğin gemi mühendisleri, gemilerin yüzdürülmesi için gerekli hacim ve şekli hesaplarken bu kavramlardan yararlanır.

Karekoddan yararlanarak kaldırma kuvvetinin uygulamaları hakkında bilgilendirici videoya ulaşabilirsiniz.

Kontrol Noktası

Kaldırma Kuvveti

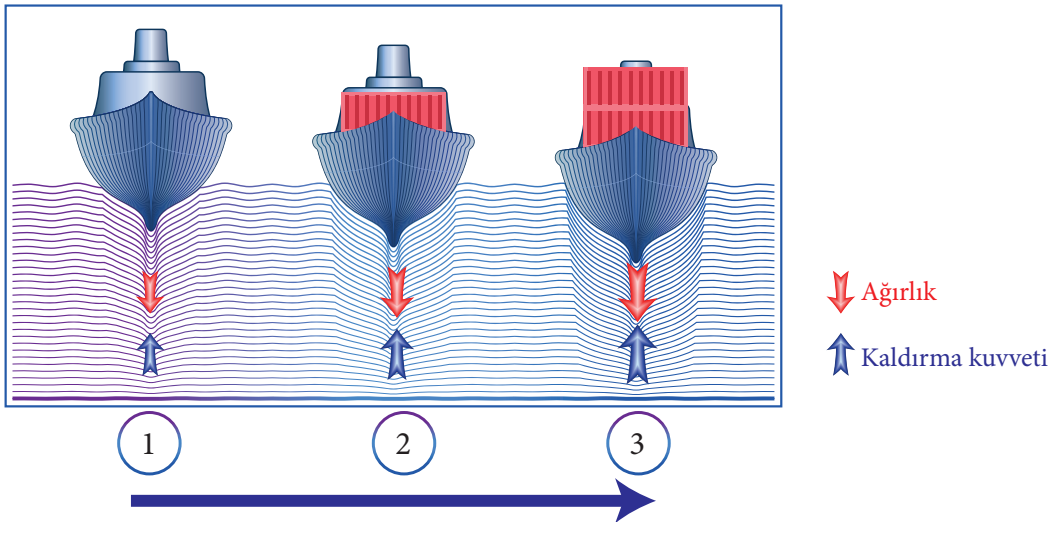
Kaldırma kuvveti, akışkan ortamlardaki (sıvılar ve gazlar) cisimlere etki eden bir kuvvettir ve mühendislik, fizik gibi uygulamalı bilimlerde önemli bir yere sahiptir. Bu kuvvet; gemilerin su üstünde kalmasını, sıcak hava balonlarının havada yükselmesini, denizaltıların su altında hareket etmesini sağlar.



Yer çekimi kuvveti, Dünya'nın tüm cisimleri kendine doğru çekme kuvvetidir. Kaldırma kuvvetinin hesaplanmasında yer çekimi ivmesinin büyüklüğü (g) kullanılır. Yer çekimi ivmesi, Dünya'nın yüzeyinde yaklaşık 9,8 m/s^2dir. Yer çekimi ivmesi arttıkça kaldırma kuvveti artar.

Yük taşımak için kullanılan gemiler, genellikle çelik malzemeden üretilir. Çelik bir gemi çoğunlukla havayla doludur. Bu sebeple geminin ortalama yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha küçüktür ve bu durum gemilerin su üzerinde yüzmesini sağlar.

Yüzen bir cismin içinde bulunduğu akışkanın yoğunluğu arttıkça cisimden dolayı yer değiştiren akışkanın hacmi azalır. Bununla birlikte kaldırma kuvveti cismin ağırlığına eşit kalır.



Yukarıdaki görselde verilen özdeş gemilerin su içindeki kısmının hacmi; 1 numaralı durumda en küçük, 3 numaralı durumda ise en büyük değerdedir. Geminin ağırlığı arttıkça sıvıya batan hacmi artar.

Cismin sıvıya batan hacmi ne kadar büyük olursa yeri değişen akışkan miktarı o kadar fazla olur, dolayısıyla kaldırma kuvveti de artar.

3.4.1. Kaldırma Kuvveti ile Sıvılardaki Basıncı Oluşturan Kuvvet Arasındaki İlişki

Sıvıların içindeki cisimlerin hareketlerini anlamak için kaldırma kuvveti ve basıncı oluşturan kuvvet arasındaki ilişkiyi bilmek önemlidir. Örneğin cismin yoğunluğu sıvının yoğunluğundan büyük olduğunda cisim sıvıda batar, yoğunluğu küçük olduğunda ise yüzer. Bu ilişki, su altı araştırmalarından hava araçlarının tasarımına kadar birçok alanda önemli bir role sahiptir. Ağırlıklarına rağmen gemilerin suda batmaması *(Görsel 3.20)*, sıcak hava balonlarının havalanması *(Görsel 3.21)*, balıkların suda yüzmesi *(Görsel 3.22)* gibi durumlar kaldırma kuvveti yardımıyla açıklanır.

Görsel 3.20: *Yük gemisi*

Görsel 3.21: *Sıcak hava balonu*

Görsel 3.22: *Balıklar*

6. Etkinlik — Kaldırma Kuvveti ile Basıncı Oluşturan Kuvvet Arasındaki İlişki

Amaç	Kaldırma kuvveti ve basıncı oluşturan kuvvet arasındaki ilişkiye yönelik değerlendirme yapabilme
Süre	30 dk.
Yönerge	Aşağıda verilen basamakları takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz.

1. Kaldırma kuvvetinin büyüklüğü ile yeri değişen sıvının ağırlığı arasındaki ilişkiye dair hipotezler kurunuz. Hipotezlerinizi aşağıdaki tabloya yazınız.

Hipotezler
1.
2.

2. 5. Etkinlik'teki deneyden elde ettiğiniz verileri analiz ederek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Cismin ağırlığı ile cismin sıvıya batma miktarı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

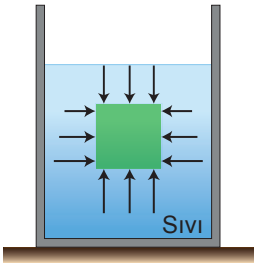
b) Sıvının yoğunluğu ile cismin batan hacmi arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

c) Yer çekimi ivmesinin, cismin batan hacmi ve sıvıların cisme uyguladığı kaldırma kuvvetinin büyüklüğü üzerindeki etkisini açıklayınız.

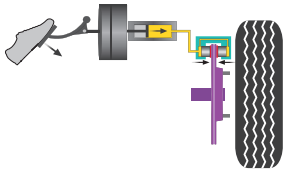
3. Cevaplarınız doğrultusunda kaldırma kuvvetinin matematiksel modelini oluşturunuz.

Kaldırma Kuvvetinin Matematiksel Modeli

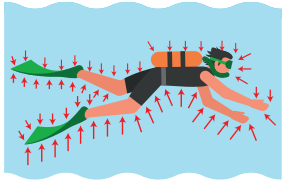
4. Sıvı basıncı (a, b) ve kaldırma kuvvetine (c, ç) ait görseller ile karekodlarda verilen "Basınç Altında" ve "Kaldırma Kuvveti" isimli simülasyonları inceleyiniz.



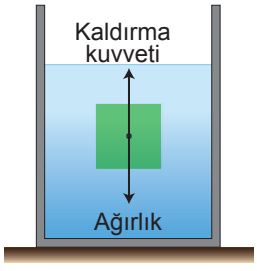
a) Sıvı tarafından cisim üzerine etkiyen sıvı basıncı



b) Bir aracın hidrolik fren sistemi



c) Yüzen bir insana su içinde etkiyen sıvı basıncı ve kaldırma kuvveti



ç) Sıvı tarafından cisme uygulanan kaldırma kuvveti

5. Görsellerden ve simülasyondan hareketle sıvı basıncı ve kaldırma kuvvetinin matematiksel modellerini karşılaştırınız. Karşılaştırma sonunda elde ettiğiniz verileri ve bilgileri kullanarak basıncı oluşturan kuvvet ile kaldırma kuvveti arasındaki neden-sonuç ilişkisine dair önermelerde bulununuz.

Sıvı Basıncının Matematiksel Modeli	Kaldırma Kuvvetinin Matematiksel Modeli
Önermeler:	

6. Arşimet İlkesi, günlük hayatta gemi ve denizaltı gibi araçlarda kullanılmaktadır. Bu gibi araçlarda kaldırma kuvveti, yüzme ve batma kavramlarından yararlanılmaktadır.

Aşağıda verilen okuma parçasından yararlanarak soruyu cevaplayınız.

Türkiye ve Teknolojik Gelişmeler

Türkiye, tarih sahnesine çıktığı ilk andan itibaren dışarıdan gelen tehditlere karşı kendini koruyacak güçlü savunma sistemleri inşa etme gerekliliği hissetmiştir. Savunma sanayisi, yeni teknolojilere ayak uydurarak kendini yenilemeyi ve ileriye taşımayı gerektiren dinamik bir sektördür.

İ sınıfı fırkateyn TCG İstanbul (F-515)

Denizaltı

Çok amaçlı amfibi hücum gemisi TCG Anadolu

Türkiye; millî çıkarları, ekonomik kalkınması, tasarruf ve yatırım stratejileri doğrultusunda savunma sanayisi alanında önemli yatırımlar yapmıştır. Bağımsızlığını korumak amacıyla özgün ve ileri teknolojilerde millî kaynakları kullanmış, tam bağımsız savunma sanayisi hedefine yönelik adımlar atmıştır. Bu yatırımlar sonucunda TCG ANADOLU (L-400) gemisi tamamlanmış, ADA sınıfı korvetler ile İ (İstif) sınıfı fırkateynler (MİLGEM) Deniz Kuvvetlerine teslim edilmiştir. Ayrıca 2011'de başlatılan Yeni Tip Denizaltı Projesi de Gölcük Tersanesi'nde yerli imkânlarla sürdürülmektedir.

Türk Silahlı Kuvvetlerinin, güvenlik birimlerinin ve kamu kurumlarının özgün tasarım ve ileri teknoloji yetenekleriyle donatılmasının sebepleri neler olabilir? Bu konuda çıkarımlarda bulununuz.

7. Aşağıda verilen okuma parçasından yararlanarak soruları cevaplayınız.

Çöp Adaları

Teknoloji ve sanayileşme aşırı tüketimle birleşince çevre kirliliği ve kaynak tüketimi artmış, ekolojik dengede bozulmalar başlamıştır. Denizlerde çöp adaları oluşturan plastik atıklar, bu durumun dikkat çekici örneklerinden biridir. Her yıl yaklaşık bir trilyon plastik poşet çöpe atılmakta; bu atıklar, okyanuslarda rüzgâr ve akıntılarla birleşip dev çöp adaları oluşturmaktadır. Çöp adaları, Türkiye'nin yüz ölçümünden büyük boyutlara ulaşmıştır.

Çöp adası oluşumu

Atıklarla kirletilmiş sular

Plastik atıklar sebebiyle hayatı tehlikeye giren deniz kaplumbağası

Çöp adalarının insan ve çevre sağlığı açısından oluşturduğu risklerin ortadan kaldırılması zorunluluk hâline gelmiştir. Çöp adalarıyla mücadele için atılacak adımlardan bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Plastik atıkların deniz canlıları ve ekosistem üzerindeki etkileri ile ilgili toplumu bilgilendirmek
- Tek kullanımlık plastikler yerine yeniden kullanılabilir veya çevre dostu malzemelerden üretilmiş ürünleri tercih etmek
- İnsanları çevre temizliğine ve korunmasına aktif olarak katılmaya teşvik eden sosyal kampanyalar ve etkinlikler düzenlemek

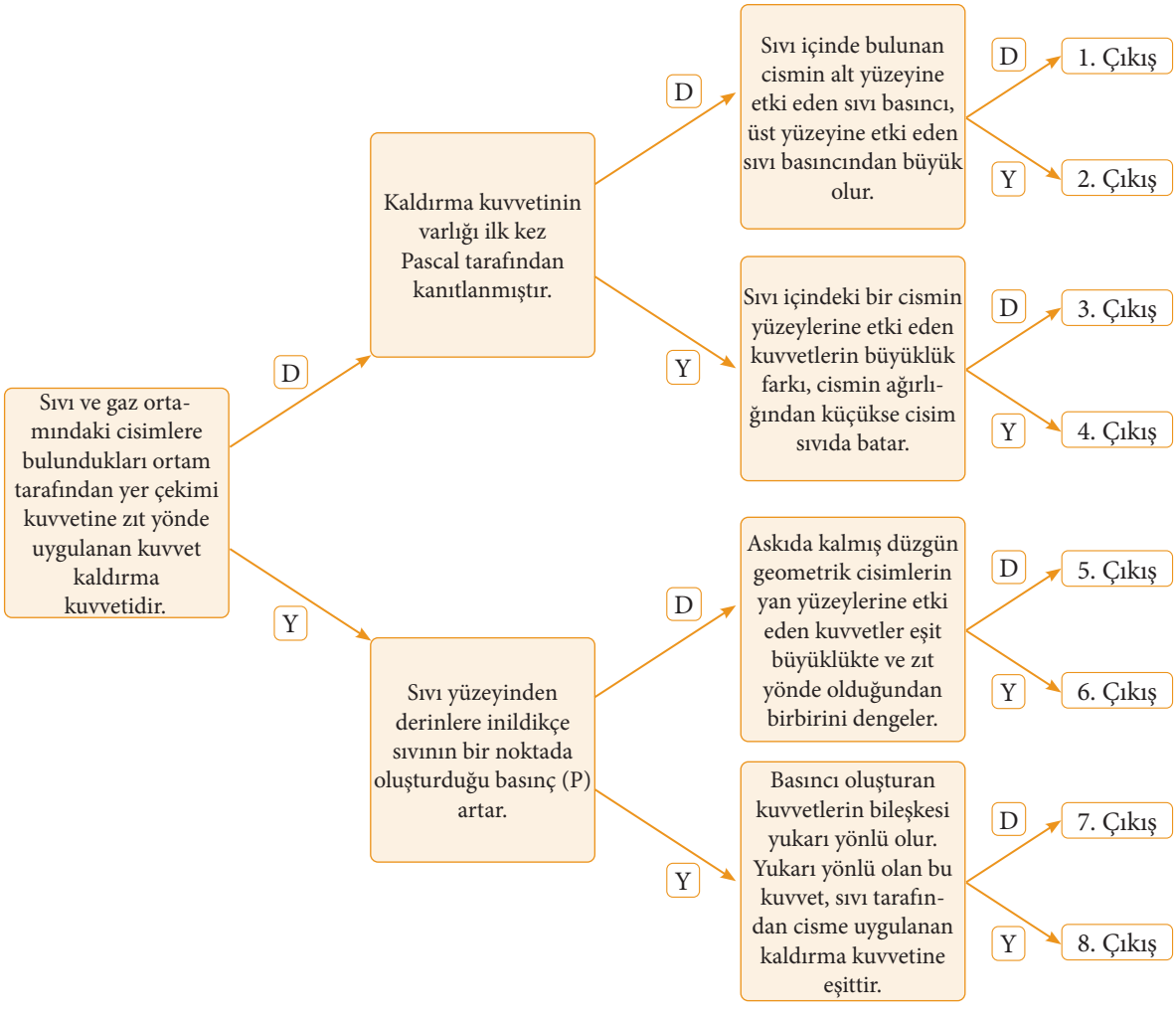
a) Okyanuslarda ve denizlerde yüzen plastik atıkların oluşturduğu çöp adaları için sürdürülebilir olan ve olmayan süreçler nelerdir? Belirtiniz.

b) Topluma olumlu katkıda bulunmak için kaldırma kuvvetinden yararlanarak beyin fırtınası yöntemi ile atık sorununa çözümler üretiniz. Çözüm önerilerinizi aşağıdaki alana yazınız.

8. Elde ettiğiniz verilerden hareketle kaldırma kuvveti ve sıvılardaki basınca neden olan kuvvet arasındaki ilişkiye yönelik değerlendirmeler yapınız.

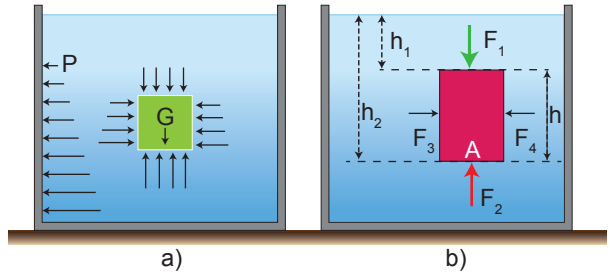
Değerlendirme

Aşağıda verilen tanılayıcı dallanmış ağaçtaki ifadelerin doğru olanları için "D", yanlış olanları için "Y" yönlendirici oklarını takip ediniz. Her kararınız bir sonraki aşamayı etkileyecek, vereceğiniz cevaplar sizi farklı yollardan sekiz ayrı çıkışa ulaştıracaktır. Doğru sonuca bağlı çıkış bir tanedir.


Sıvı ve gaz ortamındaki cisimlere bulundukları ortam tarafından yer çekimi kuvvetine zıt yönde uygulanan kuvvet kaldırma kuvvetidir.
D
Y
Kaldırma kuvvetinin varlığı ilk kez Pascal tarafından kanıtlanmıştır.
Sıvı yüzeyinden derinlere inildikçe sıvının bir noktada oluşturduğu basınç (P) artar.
D
Y
D
Y
Sıvı içinde bulunan cismin alt yüzeyine etki eden sıvı basıncı, üst yüzeyine etki eden sıvı basıncından büyük olur.
Sıvı içindeki bir cismin yüzeylerine etki eden kuvvetlerin büyüklük farkı, cismin ağırlığından küçükse cisim sıvıda batar.
Askıda kalmış düzgün geometrik cisimlerin yan yüzeylerine etki eden kuvvetler eşit büyüklükte ve zıt yönde olduğundan birbirini dengeler.
Basıncı oluşturan kuvvetlerin bileşkesi yukarı yönlü olur. Yukarı yönlü olan bu kuvvet, sıvı tarafından cisme uygulanan kaldırma kuvvetine eşittir.
D
Y
D
Y
D
Y
D
Y
1. Çıkış
2. Çıkış
3. Çıkış
4. Çıkış
5. Çıkış
6. Çıkış
7. Çıkış
8. Çıkış

Sıvılarda kaldırma kuvveti ile basınç arasındaki ilişkiyi kavrayabilmek için derinlik ile basınç arasındaki ilişkiyi anlamak gerekir. Sıvı yüzeyinden derinliklere inildikçe basınç (P) artar. Bu durumda bir cismin alt yüzeyindeki basınç, üst yüzeyindeki basınçtan daha yüksek olur. Bir cismin hacminin tamamı sıvı içindeyken (Görsel 3.23: a) cisme etki eden kaldırma kuvveti, cismin alt ve üst yüzeylerine uygulanan basınç farkından kaynaklanır.

Görsel 3.23: b'de görülen ve hacminin tamamı sıvı içinde bulunan silindirik cismin taban alanı A ve yüksekliği h'dir. Cismin yan yüzeylerine etki eden F_3 ve F_4 kuvvetleri, cismin yan yüzeylerine uygulanan su basıncından kaynaklanır. Bu kuvvetler, büyüklük olarak birbirine eşit fakat zıt yönlüdür, bu sebeple yan yüzeylerde birbirini dengeler ve cismin yanal hareketine sebep olmaz.



Görsel 3.23: *a) Hacminin tamamı sıvı içinde olan cisim b) Sıvı tarafından cisme uygulanan basınç kuvvetleri*

h_1 cismin üst yüzeyinin sıvı yüzeyine dik uzaklığı, h_2 cismin alt yüzeyinin sıvı yüzeyine dik uzaklığı, d_s sıvının yoğunluğu, g yer çekimi ivmesinin büyüklüğü olmak üzere cismin alt ve üst yüzeylerine etki eden kuvvet şu şekilde hesaplanır:

$F_1 = h_1 \cdot d_s \cdot g \cdot A$ $\quad$ $F_2 = h_2 \cdot d_s \cdot g \cdot A$

$F_2 > F_1$ olduğundan kuvvetlerin bileşkesi düşey doğrultuda ve yukarı yönlüdür. Basıncı oluşturan bu kuvvet, sıvı tarafından cisme uygulanan kaldırma kuvvetine eşittir. Bu durumda kaldırma kuvvetinin büyüklüğü,

$F_k = F_2 - F_1$ olur. F_2 ve F_1 büyüklük değerleri yerine konduğunda kaldırma kuvvetinin büyüklüğü $F_k = (h_2 - h_1) \cdot d_s \cdot g \cdot A$ bulunur. $h = h_2 - h_1$ olduğundan $F_k = h \cdot d_s \cdot g \cdot A$ bulunur.

Cismin batan hacmi $V_b = h \cdot A$ olduğundan kaldırma kuvvetinin matematiksel modeli

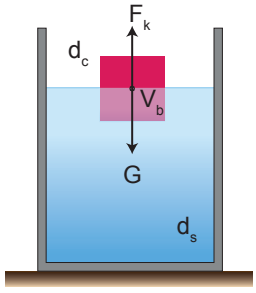
$F_k = V_b \cdot d_s \cdot g$ olarak bulunur.

F_k sembolü ile gösterilen kaldırma kuvvetinin SI'daki birimi newtondur.

Tamamı sıvı içine batmış, hacmi değişmeyen bir cisme etki eden kaldırma kuvveti, cismin bulunduğu sıvının derinliğine bağlı değildir.

"Bir kısmı veya tamamı durgun akışkana batan cisme akışkan tarafından uygulanan kaldırma kuvveti, cisim tarafından yeri değiştirilen sıvının ağırlığına eşit büyüklüktedir." ifadesi **Arşimet İlkesi** olarak bilinir.

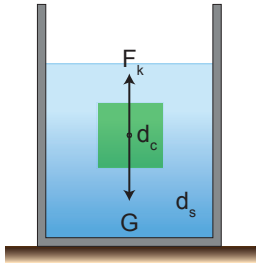
Tamamıyla sıvıya batırıldıktan sonra serbest bırakılan ve yoğunluğu (d_c) sıvının yoğunluğundan (d_s) daha küçük olan bir cisim, sıvı yüzeyine doğru yükselir ve cismin bir kısmı sıvı dışında kalacak şekilde dengelenir. Bu denge durumu, cismin yüzme hâli olarak adlandırılır *(Görsel 3.24)*. Yüzen bir cisme uygulanan kaldırma kuvveti cismin ağırlığı ile eşit büyüklüktedir.



Görsel 3.24: *Bir cismin sıvıda yüzme hâli*

$$F_k = G$$

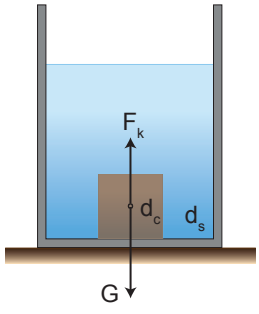
Sıvı içine tamamen batacak şekilde bırakılan bir cismin yoğunluğu sıvının yoğunluğuna eşit ise cisim bırakıldığı yerde dengede kalır. Bu dengeli durum, cismin askıda kalma hâli olarak tanımlanır *(Görsel 3.25)*. Askıda kalan bir cisme uygulanan kaldırma kuvveti cismin ağırlığı ile eşit büyüklüktedir.



Görsel 3.25: *Bir cismin sıvıda askıda kalma hâli*

$$F_k = G$$

Sıvının içine tamamen batırıldıktan sonra serbest bırakılan bir cismin yoğunluğu sıvının yoğunluğundan büyükse cisim aşağıya doğru hareket eder ve kap tabanına ulaşarak dengede kalır. Bu durum, cismin batma hâli olarak adlandırılır *(Görsel 3.26)*. Batan bir cisme uygulanan kaldırma kuvvetinin büyüklüğü, cismin kendi ağırlığından daha azdır.



Görsel 3.26: *Bir cismin sıvıda batma hâli*

$$F_k < G$$

Örnek

İçi dolu, çelik bir bilye suya bırakıldığında dibe batar ancak çelikten yapılan devasa gemiler, denizlerde taşıdıkları yüklerle rahatlıkla yüzer.

Bu durumun nedenlerini belirtiniz.

Çözüm

Bir cismin ortalama yoğunluğu, onu oluşturan malzemenin yoğunluğundan daha az olabilir. Örneğin gemiler, geniş ve içi boş yapıları sayesinde çok miktarda hava içerir. Bu yapıları nedeniyle gemilerin kütleleri aynı kalsa bile hacimleri artar ve bu da ortalama yoğunluğu azaltır. Geminin yoğunluğu, suyun yoğunluğundan daha az olduğunda gemi su üzerinde kalabilir. Bununla birlikte gemi su aldıkça içindeki hava suyla yer değiştirir, bu da geminin yoğunluğunu artırarak batmasına neden olur. Ayrıca bir gemi ne kadar çok yüklenirse suya daha fazla batar ve bu durum, gemiye etki eden kaldırma kuvvetinin artmasını sağlar. Kaldırma kuvveti, geminin ağırlığına eşit olduğunda gemi dengede kalır ve batmaz.

10. Alıştırma

Denizaltılar, su altında çalışmak üzere tasarlanmış, farklı kapasite ve amaçlara sahip araçlardır. Turistik denizaltılar sığ su gezileri, araştırma amaçlı denizaltılar ise derin deniz görevleri için tasarlanır. Her iki denizaltı türü de farklı gereksinimleri nedeniyle kaldırma kuvvetini kullanır ve sıvı basıncının oluşturacağı olumsuzluklara karşı çeşitli donanımlara sahiptir. Yandaki görselde derin deniz araştırmaları için kullanılan bir denizaltı ile turistik amaçlı denizaltı görseli verilmiştir.

Araştırma amaçlı denizaltı

Bir turistik denizaltı genellikle 30 metre derinliğe kadar dalarken bir araştırma denizaltısı 3.000 metre derinliğe kadar inebilmektedir. Her iki denizaltı da suyun derinliğine bağlı olarak artan sıvı basıncının etkisinde kalır. Turistik denizaltılar genellikle kısa süreli dalışlar için tasarlanmıştır. Buna karşılık araştırma denizaltıları uzun süreli ve derin dalışlar yapacak şekilde donatılmıştır.

Turistik amaçlı denizaltı

Buna göre

a) Metin ve görsellerden yararlanarak hem turistik bir denizaltının hem de bir araştırma denizaltısının temel tasarım özellikleri ile ilgili çıkarımlarda bulununuz.

b) Basıncı oluşturan kuvvet ile derinlik arasındaki ilişkiden yararlanarak araştırma denizaltılarının tasarımında hangi özelliklere daha fazla önem verilmesi gerektiğini nedenleri ile açıklayınız.

c) Her iki tür denizaltının, kaldırma kuvvetini kontrol etme yöntemleri arasındaki benzerlikler nelerdir? Açıklayınız.

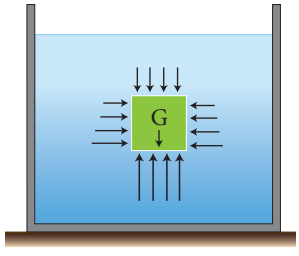
ç) Araştırma denizaltılarının yapımında kullanılan malzemelerin turistik denizaltılarda kullanılan malzemelerden farklı olmasının nedenlerini basıncı oluşturan kuvvet ve kaldırma kuvveti açısından değerlendirerek açıklayınız.

Kontrol Noktası

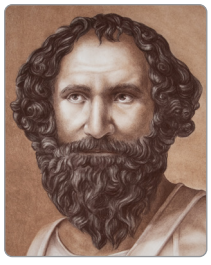
Kaldırma Kuvveti

Tonlarca kütleye sahip olmalarına rağmen gemilerin suya batmaması, sıcak hava balonlarının havalanması, balıkların suda yüzmesi gibi durumlar kaldırma kuvvetiyle ilgilidir.

Akışkan içine kısmen ya da tamamen batan cisimlere akışkan tarafından yer çekimi kuvvetinin zıt yönünde uygulanan kuvvete **kaldırma kuvveti** denir.

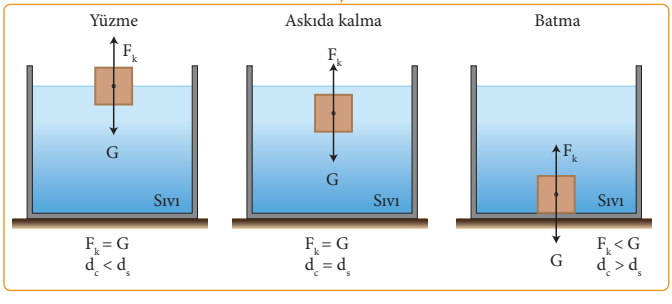


Kaldırma kuvveti, cismin yüzeylerine etki eden kuvvetlerin bileşkesidir.



Kaldırma kuvvetinin varlığı ilk kez Arşimet tarafından kanıtlanmıştır.

Sıvı içine serbestçe bırakılan bir cisim, yüzeye doğru çıkıp hacminin bir bölümü ile yüzebilir, sıvı içinde asılı kalabilir ya da batabilir. Bununla birlikte cismin sıvı içindeki pozisyonundan bağımsız olarak sıvının cisme uyguladığı bir kaldırma kuvveti her zaman mevcuttur.



"Bir kısmı veya tamamı durgun akışkana batan cisme akışkan tarafından uygulanan kaldırma kuvveti, cisim tarafından yeri değiştirilen sıvının ağırlığına eşit büyüklüktedir." ifadesi Arşimet İlkesi olarak bilinir.

Buzun yoğunluğu suyun yoğunluğundan küçük olduğu için buz dağları suyun üzerinde yüzer ve batmaz.

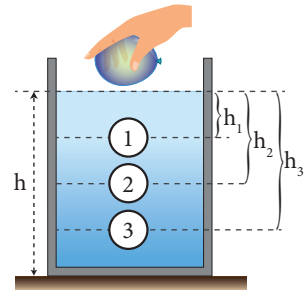
Kaldırma kuvvetinin matematiksel modeli:

$$F_k = V_b \cdot d_s \cdot g$$

- Kaldırma kuvveti (N)
- Batan kısmın hacmi (m^3)
- Sıvının yoğunluğu (kg/m^3)
- Yer çekimi ivmesi (m/s^2)

4. Çalışma Yaprağı

1. Bir balon; yandaki şekilde verilen ve içinde h derinliğinde su bulunan bir kapta el ile bastırılarak önce h_1 derinliğindeki 1 numaralı konuma, daha sonra biraz daha itilerek h_2 derinliğindeki 2 numaralı konuma, en son h_3 derinliğindeki 3 numaralı konuma getiriliyor.



Buna göre

a) 1, 2 ve 3 numaralı konumlarda balonun şeklinde nasıl bir değişim gözlemlenir? Gerekçeleriyle açıklayınız.

b) Kabın içinde derinlere indirilen bir balonda meydana gelen şekil değişikliği, denizlerin daha derin noktalarına dalış yapabilen denizaltılarda neden gözlenmemektedir? Açıklayınız.

c) Sıvılarda basınca etki eden etmenler nelerdir? Açıklayınız.

2. Profesyonel dalgıçlar; dalış esnasında özel dalgıç elbisesi, dalış tüpü ve ağırlık takımı kullanır. Dalış anında derinlere inildikçe regülatörden dışarı yayılan hava kabarcıkları, yukarı doğru çıkarken büyür ve yüzeye ulaşır.

Buna göre

a) Profesyonel dalgıçların dalış esnasında özel dalgıç elbisesi, dalış tüpü ve ağırlık takımı kullanmalarının sebeplerini sıvı basıncı ve kaldırma kuvvetiyle ilişkilendirerek gerekçeleriyle açıklayınız.

b) Dalış tüpünden çıkan hava kabarcıklarının su yüzeyine yaklaştıkça büyümesinin sebebi ne olabilir?

c) Dalgıçlar, derinlere indikçe vücutlarında bir basınç hissetmedikleri hâlde kulaklarında sıkışma ve acı hisseder.

Bu durumun sebebi nedir? Bu sıkışmayı engellemek için dalgıçların dalış esnasında nasıl bir uygulama yapmaları gerektiğini araştırınız ve insan sağlığının önemini de dikkate alarak bu durumu açıklayınız.